

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
26. Juli 2001 (26.07.2001)

PCT

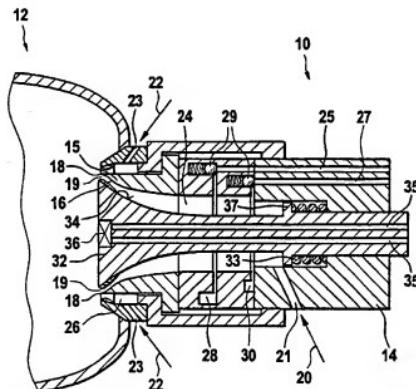
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/53676 A2

(51) Internationale Patentklassifikation ⁷ :	F02B	(72) Erfinder; und
(21) Internationales Aktenzeichen:	PCT/DE01/00171	(75) Erfinder/Anmelder (<i>nur für US</i>): NAU, Michael (DE/DE); Baumgartenweg 6, 72175 Dornhan/Aischfeld (DE). RUOFF, Manfred [DE/DE]; Hohenstaufenstr. 19, 71696 Moeglingen (DE). BAREIS, Marc [DE/DE]; Pauli- nenstr. 35/1, 71706 Markgroningen (DE). ILGNER, Frank [DE/DE]; Marienstr. 20, 76137 Karlsruhe (DE). HARNDORF, Horst [DE/DE]; Auenweg 25, 71701 Schwieberdingen (DE).
(22) Internationales Anmeldedatum:		17. Januar 2001 (17.01.2001)
(25) Einreichungssprache:	Deutsch	
(26) Veröffentlichungssprache:	Deutsch	(81) Bestimmungsstaaten (<i>national</i>): JP, US.
(30) Angaben zur Priorität:	100 02 005.4 19. Januar 2000 (19.01.2000) DE	(84) Bestimmungsstaaten (<i>regional</i>): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).
(71) Anmelder (<i>für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von</i> <i>US</i>): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).		

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Titel: ATOMIZING NOZZLE

(54) Bezeichnung: ZERSTÄUBUNGSDÜSE



(57) Abstract: The invention relates to an atomizing nozzle for injecting a gas/liquid mixture into a chemical reformer used for producing hydrogen. The inventive nozzle comprises at least one gas supply line (21) for a gas stream (20), at least one liquid supply line (25, 27), at least one discharge opening (19) for the atomized gas/liquid mixture, a first chamber (24) into which the liquid supply line (25, 27) opens, whereby the chamber (24) has a chamber wall (16) which forms a lip (18) on the discharge side and to which a gas stream (20, 22) is supplied on both sides.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 01/53676 A2

**Veröffentlicht:**

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichten nach Erhalt des Berichts

Zur Erklärung der Zweiibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft eine Zerstäubungsdüse zum Eintrag eines Gas/Flüssigkeitsgemisches in einen chemischen Reformer zur Erzeugung von Wasserstoff mit mindestens einer Gaszuleitung (21) für einen Gasstrom (20), mindestens einer Flüssigkeitszuleitung (25, 27) und mindestens einer Austrittsöffnung (19) für das zerstäubte Gas/Flüssigkeitsgemisch sowie einer ersten Kammer (24), in die die Flüssigkeitszuleitung (25, 27) mündet, wobei die Kammer (24) eine Kammerwand (16) aufweist, die austrittsseitig eine Lippe (18) ausbildet, zu der beidseitig je ein Gasstrom (20, 22) zugeführt wird.

5

10

Zerstäubungsdüse

Die Erfindung betrifft eine Zerstäubungsdüse, insbesondere zum Eintrag eines Gas/Flüssigkeitsgemisches in einen chemischen Reformer nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

15

Stand der Technik

Unter den alternativen Antriebskonzepten für Kraftfahrzeuge finden zur Zeit vor allem brennstoffzellengestützte Systeme eine verstärkte Aufmerksamkeit. Diese Systeme beinhalten üblicherweise PEM-Brennstoffzellen (PEM: Polymer Electrolyte Membrane), die mit Wasserstoff und Luft als Energieträger betrieben werden.

Da sich die Betankung und Speicherung von Wasserstoff im Kraftfahrzeug nach wie vor als problematisch erweist, wird der Wasserstoff in einer vorgeschalteten Reformerstufe aus gut zu handhabenden Kraftstoffen wie beispielsweise Methanol, Methan, Diesel oder Benzin je nach Bedarf direkt „on board“ hergestellt und sofort verbraucht. Die dabei zum Einsatz kommenden Reformer stellen chemische Reaktoren dar, mit deren Hilfe die Kraftstoffe unter Luft- und Feuchtigkeitszusatz beispielsweise bei 800°C an entsprechenden Katalysatoren partiell zu Wasserstoff und weiteren Folgeprodukten wie CO und CO₂ oxidiert werden.

- Dabei kommt der Beschickung des Reformers mit den für die Reaktion benötigten Edukten eine große Bedeutung zu. Üblicherweise werden alle Edukte wie Luft, Wasser und Kraftstoff in gasförmigem Zustand dem Reformer zugeführt. Dies erfordert einen Vorverdampfer, der in der Lage ist, die entsprechenden Mengen an gasförmigem Kraftstoff und Wasserdampf zur Verfügung zu stellen.
- Während der Kaltstartphase kommt es allerdings zu Problemen, da die flüssigen Edukte dann nicht über die Abwärme des Reformers verdampft werden können, sondern nur mittels eines elektrisch beheizten Verdampfers. Auch bei sich abrupt ändernden Lastwechselanforderungen sind konventionelle Verdampfer nicht in der Lage, verzögerungsfrei die entsprechenden Mengen an gasförmigen Reaktanden zu erzeugen.
- Alternativ wurden daher Konzepte entwickelt, Treibstoffe und Wasser in flüssiger Form direkt in den Reformer einzuspritzen. Um jedoch eine möglichst optimale Reaktionsführung im Reformer zu gewährleisten, müssen die flüssigen Edukte in feinstverteilter Form in den Reformer eingetragen werden. In der US-PS 3,971,847 wird ein Reaktor zur Herstellung von Wasserstoff beschrieben, der eine Düse beinhaltet, mit deren Hilfe flüssige Kohlenwasserstoffe in einen Luftstrom eingesprührt werden. Der entstehende Nebel wird an Ablenkplatten verwirbelt bevor er in die eigentliche Reaktionszone gelangt. Das zur Reaktion benötigte Wasser wird jedoch separat in einem Vorverdampfer verdampft.
- Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe besteht darin, eine Zerstäubungsdüse für die gleichzeitige Zerstäubung von Wasser und flüssigen Kraftstoffen bereitzustellen, wobei die Zerstäubungsdüse einen sehr hohen Zerstäubungs- und Vermi-

schungsgrad der Edukte und darüber hinaus eine verzögerungs-
freie Zudosierung flüssiger Edukte gewährleisten soll.

Vorteile der Erfindung

5

Die erfindungsgemäße Zerstäubungsdüse mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 weist den Vorteil auf, daß ein Gas/Flüssigkeitsgemisch erzeugt wird, das sich durch einen hohen Zerstäubungsgrad und eine gute Durchmischung der Reaktanden auszeichnet. Darüber hinaus wird ein gutes Kaltstartverhalten des Systems und eine adäquate Reaktionsfähigkeit auf dynamische Lastwechsel gewährleistet.

15

Der hohe Zerstäubungsgrad wird erreicht, indem die zu zerstäubende Flüssigkeit in eine von einem Gasstrom durchströmte Kammer geleitet wird und der sich dabei an der Kammerwand ausbildende Flüssigkeitsfilm an einer Lippe oder Abrisskante vom Gasstrom erfaßt und mitgerissen wird. Besonders vorteilhaft ist dabei, daß die Lippe beidseitig von einem Gasstrom mit hoher Geschwindigkeit umströmt wird, was die Zerstäubungswirkung noch verstärkt und zu sehr großen Spraywinkeln führt. Dies ist eine Voraussetzung für eine kompakte Bauweise des Reformers. Da die Zerstäubungsdüse mehrere Flüssigkeits- und Gaszuleitungen beinhaltet, kann je nach Betriebszustand des Reformers die jeweils erforderliche Gemischmenge und -zusammensetzung zur Verfügung gestellt werden.

20

25

30

Aufgrund der rein gasunterstützten Zerstäubung der Flüssigkeiten sind nur geringe Flüssigkeitsdrücke erforderlich und der Einbau kostspieliger Hochdruckpumpen entfällt.

35

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der Erfindung möglich. So ist die Zerstäubungsdüse vorteilhafterweise mit einer kreisringförmigen Lippe und Austrittsöffnung ver-

sehen und beinhaltet einen axial beweglichen Stoßel, der trotz variierender Gasvolumenströme an der Lippe für einen Gasstrom mit gleichbleibend hoher Geschwindigkeit sorgt. Der Stoßel weist mindestens eine weitere Flüssigkeitszuleitung auf, die eine druckunterstützte Zudosierung flüssiger Edukte direkt in den Reformer ermöglicht. Dies ist besonders bei geringen Lastanforderungen an das System wichtig, da in diesem Fall die geringen Gasvolumenströme keine ausreichende gasunterstützte Zerstäubung der flüssigen Reaktanden ermöglichen. Eine direkte druckunterstützte Einspritzung der flüssigen Edukte ist darüber hinaus auch bei einem abrupten Anstieg der Lastanforderungen an das System von Vorteil, da die zusätzlich benötigte Menge an flüssigen Edukten verzögerungsfrei bereitgestellt werden kann.

In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung sind zwei separate Gaszuleitungen vorgesehen, die innerhalb der Zerstäubungsdüse in je eine Kammer münden. Beide Kammern sind so angeordnet, daß sie eine gemeinsame Wandung aufweisen, deren austrittseitiges Ende die Lippe darstellt. Die Lippe kann auf diese Weise zwei Gasströmen unterschiedlicher Geschwindigkeit und Zusammensetzung ausgesetzt werden.

Eine vorteilhafte Weiterbildung besteht darin, daß in mindestens einer der Kammern Gasleitvorrichtungen zur Verdrallung des Gasstromes vorgesehen sind. Dies bewirkt eine Erhöhung des Durchmischungsgrades des Gas/Flüssigkeitsgemisches.

Vorteilhaft ist weiterhin, die Oberflächen von Kammer und Stoßel so auszuführen, daß der zwischen Kammerwand und Stoßel verbleibende Kammerquerschnitt im Bereich der Lippe ein Minimum aufweist und die dadurch bedingten hohen Strömungsgeschwindigkeiten des Gasstroms zu einer effektiven Zerstäubung der Flüssigkeit führen.

Zeichnungen

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung
dargestellt und in einer nachfolgenden Beschreibung näher
erläutert. Die Figur zeigt einen Querschnitt durch die
erfindungsgemäße Zerstäubungsdüse.

Ausführungsbeispiel

Figur 1 zeigt einen Querschnitt der erfindungsgemäßen Zerstäubungsdüse 10, die in eine Reaktorwand eines als Ausschnitt dargestellten chemischen Reformers 12 angeordnet ist.

Die Zerstäubungsdüse 10 umfaßt ein Gehäuse 14, das reaktorseitig eine Austrittsöffnung 19 aufweist. Diese ist bei spielsweise kreisringförmig ausgeführt. Im Gehäuse 14 befindet sich eine erste Kammer 24 in die mindestens eine erste Gaszuleitung 21 mündet, die einen ersten Gasstrom 20 der Kammer 24 zuführt. In die erste Kammer 24 münden in Strömungsrichtung des Gasstromes 20 nachgeordnet eine erste Flüssigkeitszuleitung 25 und eine zweite Flüssigkeitszuleitung 27, die der Zufuhr flüssiger Edukte in die Kammer 24 dienen. Um einen Nachtröpfen der Flüssigkeiten auszuschließen, sind die Flüssigkeitszuleitungen 25, 27 mit federgestützen Rückschlagventilen 29 ausgestattet.

An den Austrittsöffnungen der Flüssigkeitszuleitungen 25, 27 befinden sich in der Kammer 24 Ringspalte 28, 30, die es ermöglichen, daß die austretende Flüssigkeit die gesamte Wand 16 der Kammer 24 benetzt. Die mit dem Flüssigkeitsfilm bedeckte Wand 16 der Kammer 24 wird austrittsseitig von einer Lippe 18 begrenzt, an der der Flüssigkeitsfilm mitgerissen und dabei zerstäubt wird. Die Kammer 24 kann zusätzlich ein

nicht dargestelltes Mittel zur Verdrallung des Gasstromes, wie beispielsweise eine Gasleitvorrichtung, aufweisen.

5 Innerhalb der Kammer 24 ist weiterhin ein Stößel 32 angeordnet, dessen Oberfläche 34 der Geometrie der Kammerwand 16 angepaßt ist, wobei der Abstand von Stößeloberfläche 34 und Kammerwand 16 im Bereich der Lippe 18 ein Minimum aufweist. Dies führt zu hohen Strömungsgeschwindigkeiten im Bereich der Lippe 18 und somit zu einer effektiven Zerstäubung der
10 Flüssigkeit. Besonders vorteilhaft ist es, wenn sich die Oberflächen des Stößels 34 und der Kammer 16 im Bereich der Lippe 18 dergestalt annähern, daß eine einer Venturi-Düse ähnliche Durchlaßöffnung entsteht, da so die auftretenden Drosselverluste minimiert werden können und gleichzeitig die
15 Durchmischung von Gas und zerstäubter Flüssigkeit optimiert wird.

Der Stößel 32 beinhaltet in axialer Richtung mindestens eine, vorzugsweise zwei weitere Flüssigkeitszuleitungen 35, die eine direkte druckunterstützte Zudosierung flüssiger Edukte in den Reformer ermöglichen. Dazu befindet sich am austrittseitigen Ende der weiteren Flüssigkeitszuleitung 35 ein Zerstäuber 36, der beispielsweise in Form einer Dralldüse oder einer Lochstrahldüse mit einer oder mehreren Bohrungen ausgeführt ist. Die druckunterstützte Zudosierung der flüssigen Edukte spielt vor allem bei geringen Lastanforderungen an das System eine Rolle, wenn eine ausreichende Zerstäubung aufgrund der dann nur geringen zuzuführenden Gasmenge nicht möglich ist. Eine direkte druckunterstützte Einspritzung der flüssigen Edukte ist darüber hinaus auch bei einem abrupten Anstieg der Lastanforderungen an das System von Vorteil, da die zusätzlich benötigte Menge an flüssigen Edukten verzögerungsfrei bereitgestellt werden kann.
30

Der Stößel 32 ist mittels Zug- oder Druckfedern 33 mit dem Gehäuse 14 so verbunden, daß die Federkraft der Federn 33 die vom Gasstrom auf den Stößel 32 in axialer Richtung ausübten Kräfte kompensiert und, bedingt durch den kleinen Querschnitt der Kammer 24, zu einer hohen Strömungsgeschwindigkeit des Gasstromes 20 führt. Auf diese Weise ergibt sich bei geringen Lastanforderungen eine dem dann schwachen Gasstrom 20 entsprechende kleine Spaltweite zwischen der Kammerwand 16 und der Oberfläche des Stößels 34 und bei großen Lastanforderungen eine entsprechend erweiterte Spaltweite. Die Spaltweite läßt sich auf diese Weise dem Durchsatz anpassen. In Figur 1 ist eine Anordnung dargestellt, bei der der Stößel 32 mittels einer Zugfeder 33 an einem Absatz 37 befestigt ist.

Im Gehäuse 14 befindet sich neben der ersten Kammer 24 eine weitere Kammer 26, in die mindestens eine zweite Gaszuleitung 23 mündet, die der Kammer 26 einen zweiten Gasstrom 22 zuführt. Die Kammer 26 weist mit der Kammer 24 eine gemeinsame Wandung 15 auf, deren Wandstärke sich austrittsseitig verjüngt und die Lippe 18 ausbildet. Die Kammer 26 ist dabei vorzugsweise so ausgestaltet, daß ihre Kammerwand im Bereich der Lippe eine einer Venturi-Duse ähnliche Durchlaßöffnung für den Gasstrom 22 ausbildet. Die Kammer 26 ist beispielsweise in Form eines Zylindermantels um die Kammer 24 herum angeordnet.

Alle Komponenten der Zerstäuberdüse 10 sind beispielsweise aus rostfreiem Stahl gefertigt, es lassen sich aber auch andere hitzebeständige und korrosionsfeste Materialien verwenden.

Zur Erzeugung des Wasserstoffs können je nach Anforderungen verschiedene Eduktgemische zum Einsatz kommen. So läßt sich Wasserstoff durch partielle Oxidation von Kraftstoffen unter

5 Zusatz von wahlweise Wasserdampf, Luft oder einem Gemisch aus beidem gewinnen. Die Umsetzung erfolgt an einem üblicherweise beheizbaren Katalysator, wobei als Kraftstoffe Benzin, Diesel, Methan oder Methanol verwendet werden können. Es eignen sich darüber hinaus auch Methanol/Wasser-

mischungen oder Kraftstoff/Wassermulsionen.

10 Je nach Lastanforderung an die Brennstoffzelle sind verschiedene Betriebszustände des Reformers bzw. des Gesamtsystems zu unterscheiden. Die erfindungsgemäße Zerstäubungsdüse ist auch bei wechselnden Betriebszuständen stets in der Lage, die benötigten Edukte in der erforderlichen Menge und Zusammensetzung dem System zur Verfügung zu stellen.

15 Unter stationären Betriebsbedingungen müssen dem Reformer Luft und/oder Wasserdampf zugeführt werden. Dies kann wahlweise so geschehen, daß der Wasserdampf beispielsweise über die Gaszuleitung 23 dem Reformer zugeführt wird und die Luft über die Gaszuleitung 21 oder daß beide Gaszuleitungen 21, 20 23 mit einem Luft/Wasserdampfgemisch beschickt werden. Auf diese Weise lassen sich Luft und Wasserdampf entweder in bereits vorgemischter Form oder als weitestgehend getrennte Gasströme dem Reformer zuführen. Der flüssige Kraftstoff wird vorzugsweise über die erste oder zweite Flüssigkeitszuleitung 25, 27 zugeführt und gelangt in feinstverteilter Form in den Reformer 12. Es ist alternativ aber auch möglich, den Kraftstoff über die weitere Flüssigkeitszuleitung 35 direkt in den Reformer einzuspritzen. Wahlweise kann dem System auch Wasser über eine der Flüssigkeitszuleitungen 25, 30 27, 35 zugeführt werden. Dies ist vor allen Dingen bei ab-rupten Lastwechselvorgängen von Bedeutung.

35 Während der Kaltstartphase des Systems steht kein Wasserdampf zur Verfügung und das Wasser wird in flüssiger Form dem Reformer zugeführt. Der hohe Zerstäubungsgrad der von

der erfindungsgemäßen Zerstäubungsdüse erzeugten Gas-/
Flüssigkeitsgemische bewirkt eine deutliche Beschleunigung
des Startvorgangs. Ergänzend kann das Startverhalten durch
einen beheizten Katalysator im Reformer weiter verbessert
5 werden.

Wird die Zerstäubungsdüse mit einem entsprechenden Dosiersystem
10 für die gasförmigen und flüssigen Edukte gekoppelt, so ergibt sich vorteilhaft eine räumliche Trennung von Dosierung und Zerstäubung. Dies ist vor allem deshalb von Bedeutung, da die Dosierventile bei geringer räumlicher Distanz zum Reformer aufwendig gekühlt werden müßten.

Die erfindungsgemäße Zerstäubungsdüse ist nicht auf das beschriebene Ausführungsbeispiel beschränkt, sondern es sind weitere Ausgestaltungen einer Zerstäuberdüse, die auf einer gasstromunterstützten Zerstäubung beruht, denkbar. So ist es beispielweise nicht zwingend erforderlich, die Zerstäubungsdüse in die Reaktorwand des Reformers 12 zu integrieren, sie kann auch im Zuleitungssystem des Reformers angeordnet werden.
15
20

5

10

Ansprüche

15

1. Zerstäubungsdüse für ein Gas/Flüssigkeitsgemisch, insbesondere zum Eintrag in einen chemischen Reformer zur Erzeugung von Wasserstoff, mit mindestens einer Gaszuleitung für einen Gasstrom, mindestens einer Flüssigkeitszuleitung und mindestens einer Austrittsöffnung für das zerstäubte Gas/Flüssigkeitsgemisch sowie mit einer ersten Kammer, in die die Flüssigkeitszuleitung mündet, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Kammer (24) eine Kammerwand (16) aufweist, die austrittsseitig eine Lippe (18) ausbildet, zu der beidseitig je ein Gasstrom (20, 22) zugeführt ist.

20

2. Zerstäubungsdüse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine erste Gaszuleitung (21) vorgesehen ist, die in die erste Kammer (24) in Strömungsrichtung vor der Einmündung der Flüssigkeitszuleitung (28, 30) führt, daß eine zweite Gaszuleitung (23) in eine zweite Kammer (26) führt und daß beide Kammern (24, 26) eine gemeinsame Wandung (15) aufweisen, die an ihrem austrittsseitigen Ende die Lippe (18) ausbildet.

25

3. Zerstäubungsdüse nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Lippe (18) und/oder die Austrittsöffnung (19) kreisringförmig ausgeführt sind.

30

4. Zerstäubungsdüse nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine erste Flüssigkeitszuleitung (25) und mindestens eine zweite Flüssigkeitszuleitung (27) vorgesehen sind und daß die erste und die zweite Flüssigkeitszuleitung (25, 27) innerhalb der Kammer (24) in je einen Ringspalt (28, 30) münden.
5
5. Zerstäubungsdüse nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß in den Flüssigkeitszuleitungen (25, 27) federbeaufschlagte Rückschlagventile (29) vorgesehen sind, um ein Nachtropfen der Flüssigkeiten zu verhindern.
10
6. Zerstäubungsdüse nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Flüssigkeit Wasser und/oder einen Kraftstoff umfaßt.
15
7. Zerstäubungsdüse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kammer (24) mindestens ein Mittel zur Verdrallung des Gasstromes (20) aufweist.
20
8. Zerstäubungsdüse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Gasstrom (20, 22) Luft und/oder Wasserdampf umfaßt.
25
9. Zerstäubungsdüse nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß innerhalb der ersten Kammer (24) ein axial beweglicher Stöbel (32) angeordnet ist, dessen Oberfläche (34) eine Geometrie aufweist, die der Kammerwand (16) der Kammer (24) zumindest annähernd angepaßt ist und daß der Stöbel (32) mittels mindestens einer Feder (33) mit dem Gehäuse (14) verbunden ist.
30

- 12 -

10. Zerstäubungsdüse nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß sich der Querschnitt des Stößels (32) aus-
trittsseitig vergrößert, so daß der Abstand von dessen
Oberfläche (34) zur Kammerwand (16) im Bereich der Lippe
(18) ein Minimum aufweist.
- 5
11. Zerstäubungsdüse nach Anspruch 9 und 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Stößel (32) stempelförmig ist und
mindestens eine weitere Flüssigkeitszuleitung (35) ent-
hält, die an der Stirnseite des Stößels (32) eine weitere
10 Düse (36) zur druckunterstützten Zerstäubung der zugeleiteten Flüssigkeit aufweist.
12. Verwendung der Zerstäubungsdüse nach mindestens einem
15 der Ansprüche 1 bis 11 zur Zerstäubung flüssiger Edukte
eines Reformers für Brennstoffzellen.

1 / 1

